

华能澜沧江流域级智慧物资管理系统的设计与实现

贺华清¹, 王江文², 周玲玲¹, 郭维民¹, 雷忠义²

(1. 华能澜沧江水电股份有限公司托巴水电工程建设管理局, 云南 迪庆 674608;
2. 武汉英思工程科技股份有限公司, 湖北 武汉 430061)

摘要: 运用物联网、大数据、AI 识别等技术解决流域级水电工程建设期物资管理信息化的问题: 在单个水电站集成运用数字地磅、智能拌合厂、智能砂石骨料场等技术实现统供物资采集的智能化; 通过多业务整合, 实现水电站需求计划、对账结算、统材核销的自动化计算; 运用大数据技术实现流域级水电工程统供物资智能“联调联供”。系统自动化、智能化程度高, 可有效提高物资管理效率, 并在保证物资供应的同时有效降低物资占压成本。
关键词: 水电工程; 物资管理信息化; 物联网; AI 识别
中图分类号: F251 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-7647(2024)S1-0147-05

The design and implementation of Huaneng's Lancang River Basin-Level smart material management system// HE Huaqing¹, WANG Jiangwen², ZHOU Lingling¹, GUO Weimin¹, LEI Zhongyi² (1. *Tuoba Hydroelectric Engineering Construction Management Bureau of Huaneng Lancang River Hydropower Inc.*, Diqing 674608, China; 2. *Wuhan Ins Engineering Technology, Co., Ltd.*, Wuhan, 430061, China)
Abstract: By utilizing technologies such as the Internet of Things, big data, and AI recognition, the issue of material management informatization during the construction phase of basin-level hydropower projects is addressed. Firstly, technologies such as digital truck scales, intelligent mixing plants, and intelligent sand and gravel aggregate yards are integrated into individual hydropower stations to achieve intelligent collection of centrally supplied materials. Secondly, through the integration of multiple business processes, automated calculation is achieved for hydropower station demand planning, reconciliation and settlement, and centralized material verification and cancellation. Finally, big data technology is employed to enable intelligent “coordinated dispatch and supply” of centrally supplied materials for basin-level hydropower projects. The system boasts a high level of automation and intelligence, effectively enhancing material management efficiency while ensuring material supply and reducing material occupancy costs
Key words: hydropower engineering; informatization of material management; internet of things (IoT); AI recognition

水电工程消耗的物资材料多, 多为业主集中采购, 统一招标。业主采用集中采购的材料称为统供物资, 主要为钢筋、水泥、粉煤灰、外加剂等材料。华能澜沧江公司物资管理结构分为公司和基层单位两级管理: 公司主要负责统供物资供应保障的集中统一管理, 负责平衡库存、合理储备, 协调物资调配使用, 指导和监督废旧物资处理, 确保物资利用率最大化的同时规划储备库减少物资供应的风险; 负责监督、检查基建单位的物资核销管理工作^[1]。基层单位负责基建统供物资需求计划的编制, 严格按需求计划组织、保障建设工程项目的现场物资供应; 负责相关物资采购合同的履行、现场管理及安全工作, 组织、监督基建统供物资现场到货验收工作, 办理统供物资的领用交接手续, 办理相关物资结算手续; 负责

向专供物资的使用单位扣回专供物资款, 并及时向相关物资供应商办理支付手续; 负责建设工程项目的物资核销管理工作^[2-3]。

华能澜沧江公司目前的物资管理模式需要重点满足参建各方对计划、供应、结算、核销的需要, 弱化施工单位的库存管理, 同时利用当前的物联网技术监控和记录供应过程中的过程数据加以分析, 确认物资验收数据的有效性并用于后续结算。

1 系统建设的总体目标

1.1 构建统一的物资类型和物资定义编码体系

- 保证物资采购、出入库过程中的标识唯一性。
- 标准编码可与质量、合同、财务、现场、安全等业务实现数据共享, 实现数据的多维应用。

1.2 优化、规范、固化物资供应流程管理

- a. 需求、采购、发货、送货、收货、验收、领料、调拨、结算对账、物资核销等业务程序规范化、信息化。
- b. 结合车牌识别、数字地磅、二维码技术、电子签章等硬件 IOT 系统或技术,并集成拌和站生产系统、砂石骨料生产系统等第三方系统数据,实现物资数据采集自动化,提升整体业务的流转速度。

1.3 实现物资管理完整的动态数据链路管理

- a. 实现对方仓库收、支、存情况的即时监控,结合施工计划,及时补充库存;
- b. 实现统材核销应耗量、供应量的自动计算,实现自动的物资核销计算;
- c. 实现月度物资结算对账的自动计算,方便合同和财务部门对相关单位的结算。

2 系统建设内容

系统主要包含以下建设内容,具体的系统架构如图 1 所示。

2.1 多端访问

系统提供了基于 PC 端、移动端、企业微信端等多种访问形式。

2.2 公司级、项目级物资管理

- a. 公司级系统物资编码体系及物资定义。
- b. 公司级的库存分析、供应分析、核销分析、预警查询。
- c. 外部系统对接。对接合同管理系统,获取施工合同、采购合同、运输合同的基本信息。
- d. 对接试验检测系统,根据物资系统的验收批次号查询报检结果。
- e. 实现对物资计划、供应、结算、库存、核销管理及日常的个性化报表。

2.3 硬件接入

- a. 数字地磅接入,使用摄像头实时抓取车辆过磅时的画面,记录车辆运送物资的毛重、净重等信息。
- b. 物料罐库存数据读取,将现场需要收集现场物料罐剩余物资数据传输至智能一体化平台物资大屏,实现能够实时监测现场罐体物资库存数据情况,从而对现场工程物资进行按需调配。

2.4 基础服务

- a. workflow 服务。实现对系统业务流程审核节点及系统角色的灵活配置。
- b. 电子签章服务。灵活使用电子签章服务,规范业务表单流程。

2.5 数据隔离

实现各层级、单位之间的数据隔离。以合同为基础,各单位只能查看本单位数据权限下的业务数据。

3 系统设计

3.1 业务逻辑设计

根据澜沧江流域物资管理业务,绘制以下业务设计逻辑(图 2)。

- a. 流域级物资系统是对物资计划、供应、结算、核销、库存、监控分析的管理。
- b. 计划管理是对公司采购计划、基层单位月需求计划等进行管理。
- c. 供应管理是对物资订单、发货、送货、验收等进行全方位管理。
- d. 结算管理是对施工单位物资的应付账单、供应商物资的应收账款、运输单位的应收账款、施工单位价差等进行管理。

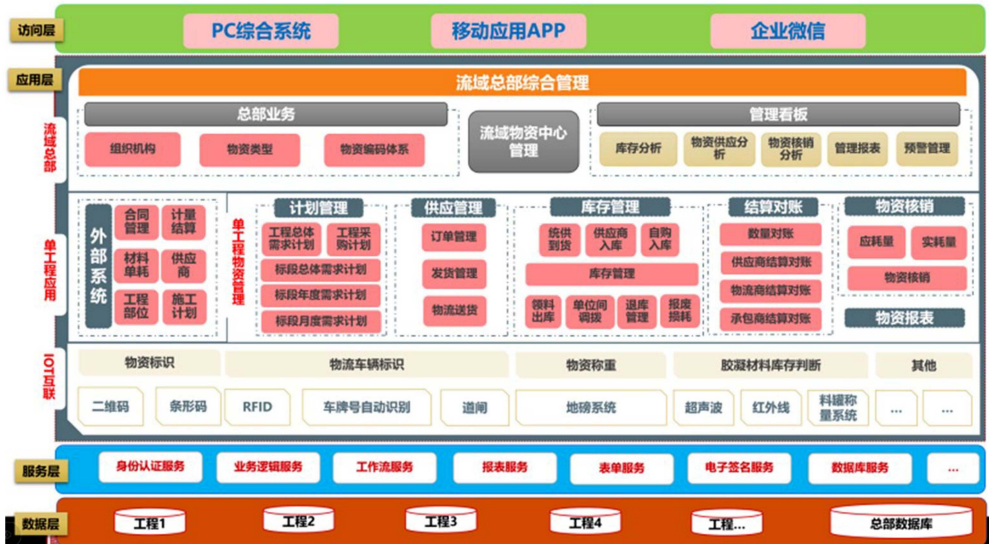


图 1 系统架构

物资模块业务设计逻辑图

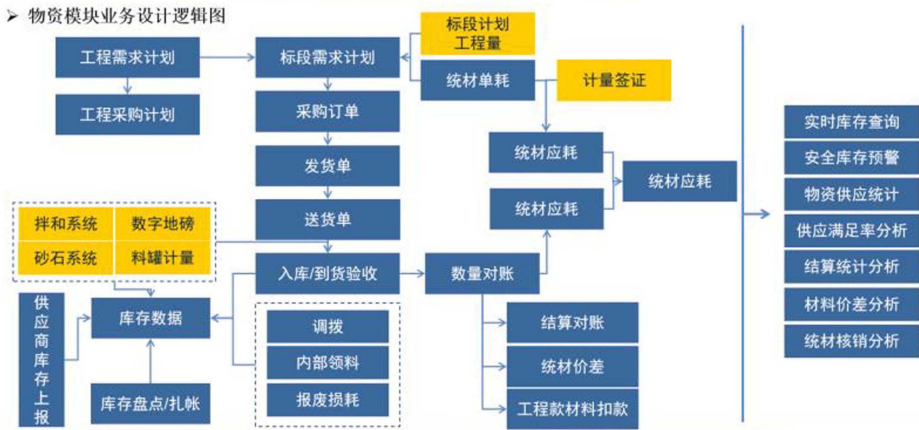


图 2 业务设计逻辑

e. 核销管理是对施工合同的物资进行核销,分析物资的超欠耗情况和合同的完成情况,减少物资管理中物资浪费及偷工减料的风险。

f. 库存管理是对供应商库存、业主储备库库存、施工单位库存的管理,帮助业主实时了解库存情况。

g. 监控分析是对物资供应各环节进行分析,分析其供应情况、核销情况,以对物资供应情况进行预警。

3.2 系统主要功能设计

3.2.1 计划管理

系统依据月计划工程量和统材单耗自动计算得出统材的当月理论应耗量,施工单位可根据当月理论应耗量、库存数量和工程具体情况,在保留列出月

度理论耗量的同时填报当月实际的物资需求计划。月度供应计划以最终上报的物资需求计划为准,月度理论耗量用于对比管理分析。系统支持上报月需求计划的同时申报库存量。物资需求计划完成情况如图 3 所示。

3.2.2 供应管理

用户在系统中提交订单,系统会自动计算得出剩余可用的订单数量,限制当月的累计订单数量不超过月需求数量。提供 OCR 识别功能帮助用户提前录入物资的发货信息,如运输单位在登记送货单后,运输车辆一旦到达现场过磅,地磅端就能根据车牌自动识别送货单信息并带入磅单,降低地磅端的操作录入量并规避人为录入可能产生的数据偏差(图 4)。

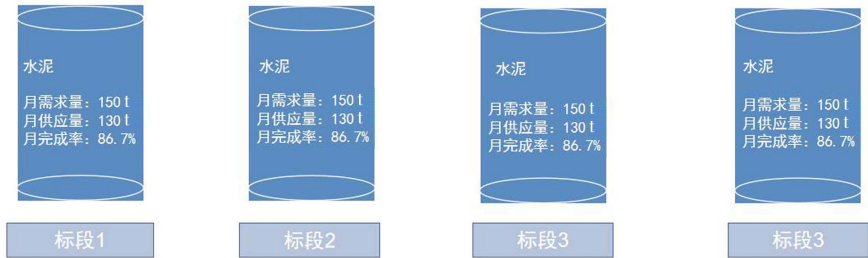


图 3 物资需求计划完成情况



图 4 过磅界面

施工现场建设的砂石料加工系统可定时或不定
时地推送砂石料的供应数据到物资系统,供应的数
据包括供应日期、供应标段、物资名称、物资规格等,
可用于后期结算和核销。

3.2.3 结算管理

施工单位可根据实际验收结果对厂家对账单的
原始数量进行确认或据实录入,同时保留厂家发货
的原始数量值以供管理追溯和对比。系统提供的数
量对账功能可让各方数量保持一致,施工单位、供应
商、物流商也可在系统上根据数量对账的结果发起
结算对账流程。

3.2.4 核销管理

系统可自动计算理论应耗量、实耗量实现施工
标段的核销,还可设置核销周期,汇总并计算核销周
期内的指标数据。系统既可对合同的完成情况进行
分析,也可汇总分析电站各合同的核销数据(图5)。

3.2.5 库存管理

目前,澜沧江各流域项目主要是供应商发货和
业主储备库发货两种形式,针对这一特点,系统分别
对供应商、业主储备库、现场库的库存进行针对性
管理。

a. 供应商库存管理。系统提供供应商库存上

序号	施工标段	合同预算量	供应量	完成合同比例/%
1	右岸进厂、上坝道路及尾水出口XXX以上边坡工程	1 000	600	60.0
2	左岸场内道路及导流隧洞进口XXX以上边坡开挖支护工程	1 000	800	80.0
3	XXXXXX土建及金属结构安装工程	1 000	34	34.0
电站核销		3 000	1 434	47.8

图5 物资核销分析



图6 供应商库存分析



图7 水泥罐库存分析系统

报功能,如物资供应紧张时期,供应商需要根据业
主要求定期或每天上报库存数据到系统,以确保整个
物资供应全系统安全性的监督与评价(图6)。

b. 业主储备库库存管理。业主储备库的本期
库存=上期库存数量+本期入库数量-本期出库数
量。系统保存上期的库存数量,再通过记录入库数
量和出库数量得出当前仓库的库存数量,出库数量
主要为业主储备库对基层单位各施工单位的发货
数据。

c. 现场库存管理系统与智能拌和系统对接可
实时获取现场安装的粉煤灰罐、水泥罐的库存数据
(图7)。除库存数据,物资系统还可获取各料罐每
天的出库和入库数据。

3.2.6 监控分析

在供应数据的基础上,系统依靠大数据的分析
技术和相关硬件的采集,在大屏上显示物资的供应
、核销、库存数据(图8)。以项目为维度,用“蓄
水池+水管”形象表示物资供应的场景,并配有“流
量+流速”表示。如,对仓库可设置库存预警阈
值,超过阈值就实施预警;核销数据用柱状图表
示应耗量和实耗量的对比分析。

a. 对供应商库、业主储备库、现场库库存的形



图8 核销数据系统

象表示每个仓库可设置最大库存、最小库存和库容量,可按照和库容量的比例将最大库存、最小库存显示在刻度线。同时,设置预警的临界值,当达到系统预警条件时,仓库在界面上实时闪烁预警;当不再达到系统的预警条件时,预警消失。

b. 物资在途数据的形象展示物资在途表示物资已发货但未到达目的地的状态,当物资的在途数量达到某一范围后,系统及时向用户做出反馈,以提示施工单位做好收货准备。

c. 施工单位需求计划满足情况表示施工单位月需求计划中物资的满足情况可使用月需求计划满足率表示。判断当月已经发生的物资满足情况时,满足率大于1,仓库状态显示为“溢出”状态。

供应商库和业主储备库对多个电站同时供货的情况下,系统可按计算得出的优先级推荐物资的供货顺序。影响供货顺序的因素包括订单数量、现场料罐的剩余容量、车辆运输的平均时长、现场物资消耗的速率等,系统会实时推荐供货顺序给供应商,以便于实现动态控制。同时,系统会按照施工单位提

交的订单计划自动生成供应商的供应计划,为供应商的备货和生产提供建设性意见。此外,系统会根据每日的发货数据计算得出每日的预计到货量,如现场的料罐剩余容量不能满足当日的到货量,系统提前做出预警来减少物资储存的风险。

3.2.7 消息提醒

系统集成企业微信服务可实时推送业务消息,并灵活配置接收消息的用户范围。如,施工单位提交订单后,系统推送订单信息给供应商,供应商可根据订单备货,供应商根据订单发货后,系统会第一时间提醒施工单位做好收货准备。

3.2.8 系统应用

华能澜沧江流域级智慧物资管理系统在TB水电工程进行了应用,前期采用线上线下双线运行模式开展业务工作,施工单位在系统上按时完成月需求计划的申报工作,严格按照月需求计划提交订单,减少了订单量超月计划量的风险;供应商、物流商定期录入发货、送货数据,单月数据量可达到2000条;澜沧江物资部发布价格后,在系统进行的结算数据基本与线下一致。

4 结 语

澜沧江流域级物资管理系统可满足公司物资与采购管理部门和基层单位两级单位的物资管理需要。基层单位的施工单位、监理单位、供应商、物流商在系统登记日常发生的物资计划、供应、结算、核销等业务数据,可以保证数据的完整、规范性;数字地磅、料位计相关硬件设备采集可保障物资数据的真实、合理性。各基层单位的数据不仅可以汇总到公司层级,也可以进行多维度对比,以方便公司物资管理者发现物资管理过程中的薄弱环节。

参考文献:

- [1] 谢静富.大型水电站施工工程物资供应管理[J].智能城市,2021,7(16):89-90.
- [2] 李鼎文,南冠群,陈阳,等.面向水电工程项目的物资管理控制研究[J].华中科技大学报,2005,22(增刊1):147-149.
- [3] 王为华,陈春银.雅砻江流域梯级水电工程统供物资供应保障的形势、挑战 and 对策[J].四川水力发电,2007(4):130-134.

(收稿日期:2024-09-24 编辑:高虹)